

(51) Int.Cl. ⁶ H 04 N 5/225 5/335	識別記号 F I	H 04 N 5/225 5/335	Z V
--	-------------	-----------------------	--------

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

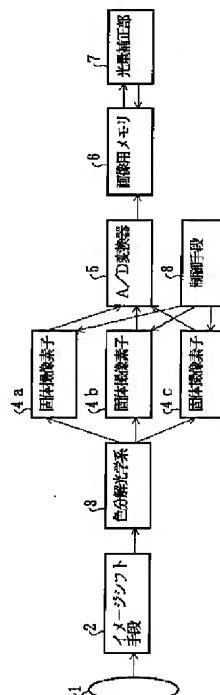
(21)出願番号 特願平8-267552	(71)出願人 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(22)出願日 平成8年(1996)10月8日	(72)発明者 原田 利明 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ヤープ株式会社内
	(72)発明者 岩木 哲男 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ヤープ株式会社内
	(72)発明者 奥田 徹 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ヤープ株式会社内
	(74)代理人 弁理士 原 謙三

(54)【発明の名称】 撮像装置

(57)【要約】

【課題】 イメージシフト前後の撮像光の光量差をなくし、上記の光量差に起因する合成画像の画質劣化を防止する。

【解決手段】 イメージシフト手段2は、被写体からの撮像光を固体撮像素子4a、4b、4cに対して2次元的に所定量だけ相対シフトさせる。固体撮像素子4a、4b、4cは、上記イメージシフト手段2を透過した撮像光の受光量に基づいた電気信号をA/D変換器5へ出力する。画像用メモリ6は、A/D変換器5からの画像データを記憶する。ここで、光量補正部7は、画像用メモリ6に記憶されたシフト後の画像データの所定の画素値(例えば、最小値、平均値、最大値等)を、シフト前の画像データの所定の画素値に変換し、上記の両画素値を一致させることによってシフト前後の撮像光の光量差を補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】撮像レンズを介して入射する被写体からの撮像光を、複数の画素を有する固体撮像素子にて撮像する撮像装置であって、
上記撮像光を上記固体撮像素子に対して2次元的に所定量だけ相対シフトさせるイメージシフト手段と、
上記イメージシフト手段による上記撮像光のシフト前後で、上記固体撮像素子から出力される電気信号に基づいた画像データを記憶する記憶手段と、
上記記憶手段に記憶されたシフト後の画像データの所定の画素値を、シフト前の画像データの所定の画素値に変換し、上記の両画素値を一致させることによってシフト前後の撮像光の光量差を補正する光量差補正手段とが設けられていることを特徴とする撮像装置。

【請求項2】イメージシフトに要する撮像時間が短くなるように、上記固体撮像素子に入射するシフト後の撮像光を遮断する遮断手段が設けられていることを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項3】上記光量差補正手段は、上記記憶手段に記憶されたシフト前後の画像データを複数のブロックに分割し、それぞれのブロックにおいてシフト後の画像データの所定の画素値を、シフト前の画像データの所定の画素値に変換し、上記の両画素値を一致させることによってシフト前後の撮像光の光量差を補正するようになっていることを特徴とする請求項1または2に記載の撮像装置。

【請求項4】上記光量差補正手段は、所定領域に属するシフト前後の画像データの移動平均の差を被補正画素の画像データに加算して被補正画素の画像データを補正するようになっていることを特徴とする請求項1または2に記載の撮像装置。

【請求項5】撮像レンズを介して入射する被写体からの撮像光を、複数の画素を有する固体撮像素子にて撮像する撮像装置であって、
上記撮像光を上記固体撮像素子に対して2次元的に所定量だけ相対シフトさせるイメージシフト手段と、
上記イメージシフト手段によるシフト前後で上記撮像光の入射光量をそれぞれ検出し、シフト前後の光量の比率に基づいてシフト後の画像データを補正する補正手段とが設けられていることを特徴とする撮像装置。

【請求項6】イメージシフトに要する撮像時間が短くなるように、上記固体撮像素子に入射するシフト後の撮像光を遮断する遮断手段が設けられていることを特徴とする請求項5に記載の撮像装置。

【請求項7】上記遮断手段は、上記固体撮像素子に入射する撮像光を透過させる第1開口部と、上記撮像レンズに入射する撮像光の一部を透過させる第2開口部とを有し、上記補正手段が、上記イメージシフト手段による撮像光のシフト前後で、上記第2開口部を透過する光の光量をそれぞれ検出し、シフト前後の光量の比率に基づいて

シフト後の画像データを補正するようになっていることを特徴とする請求項6に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体撮像素子を備えた撮像装置に関するものであり、特に被写体画像を固体撮像素子に対して相対的にシフトさせる、いわゆるイメージシフトを行うことによって高解像度の画像を得る、例えばデジタルスチルカメラ等の撮像装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から、CCD (Charge Coupled Device) 等の固体撮像素子を備えた撮像装置において、高解像度の画像を得るための技術が種々提案されている。イメージシフト手法はそのうちの一つである。このイメージシフト手法とは、1回の撮像動作において撮像光の変位前後でそれぞれ露光を行い、上記の両露光によって得られる2枚の画像を合成する手法である。この手法によれば、固体撮像素子の画素数を増加させなくても、画素数を増加させた場合と等価的に高解像度の画像が得られるようになっている。

【0003】このようなイメージシフト手法を用いて画像の高解像度化を図っている従来技術の一つに、例えば特開平4-70283号公報がある。上記公報では、まず固体撮像素子に対して1回目の露光を行い、次に固体撮像素子を1/2画素ピッチ分だけ変位させて2回目の露光を行っている。つまり、固体撮像素子を変位させることにより、撮像光を相対的に変位させている。そして、この従来技術では、変位前の露光量を固体撮像素子の電子シャッタにより制御する一方、変位後の露光量を、例えばレンズシャッタ、フォーカルプレーンシャッタ等のメカニカルシャッタにより制御している。そして、上記の2回の露光により、それぞれ1フレーム分の画像を得てそれらを合成することにより、高解像度の静止画を得るようしている。つまり、上記従来技術では、実質的に本来の2倍の画素数に対応した画像信号を得ることにより、画像の高解像度化を図っている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のようなイメージシフト手法で高解像度の画像を得る場合、2つの撮像光の間で光量差が生じると、得られる2枚の画像を合成して静止画像を得たときに、その光量差がノイズとなって現れる。その結果、合成画像の画質が劣化してしまう。したがって、撮像光を相対的に変位させた後の露光量は、変位前の露光量と等しくすることが望ましい。

【0005】そこで、上記特開平4-70283号公報では、メカニカルシャッタのシャッタ幕の閉塞位置をモニタしている。そして、該シャッタ幕の閉塞位置が変位前の露光量と等しくなる位置に到達してから変位後の露

光を開始するようにしている。しかし、上記公報の構成では、メカニカルシャッタの駆動速度にばらつきがあるため、上記のようにシャッタ幕を制御しても誤差が生じてしまう。その結果、変位前と変位後との両露光量を正確に一致させることができるという問題が生ずる。

【0006】また、メカニカルシャッタを用いずに電子シャッタのみを用いて露光時間を制御する構成としても、蛍光灯照明などの場合にはフリッカ（光が明滅する現象）が生じるため、変位の前後で得られる画像の光量が変化してしまうことがある。

【0007】本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、イメージシフト前後の撮像光の光量差による合成画像の画質劣化を防止することができる撮像装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係る撮像装置は、上記の課題を解決するために、撮像レンズを介して入射する被写体からの撮像光を、複数の画素を有する固体撮像素子にて撮像する撮像装置であって、上記撮像光を上記固体撮像素子に対して2次元的に所定量だけ相対シフトさせるイメージシフト手段と、上記イメージシフト手段による上記撮像光のシフト前後で、上記固体撮像素子から出力される電気信号に基づいた画像データを記憶する記憶手段と、上記記憶手段に記憶されたシフト後の画像データの所定の画素値を、シフト前の画像データの所定の画素値に変換し、上記の両画素値を一致させることによってシフト前後の撮像光の光量差を補正する光量差補正手段とが設けられていることを特徴としている。

【0009】上記の構成によれば、撮像レンズを介して入射する被写体からの撮像光は、イメージシフト手段により、固体撮像素子に対して2次元的に所定量だけ相対シフトされ、固体撮像素子上に結像する。上記の固体撮像素子は、例えばメモリ領域を有するフレームインターライン転送型の固体撮像素子等で構成される。そして、上記のシフトの前後で上記固体撮像素子から出力される電気信号に基づいた画像データが記憶手段に記憶される。

【0010】このとき、上記記憶手段に記憶されたシフト後の画像データの所定の画素値が、光量差補正手段によってシフト前の画像データの所定の画素値に変換されるので、これにより、シフト前後の画像データにおいて所定の画素値同士が一致する。

【0011】つまり、上記の所定の画素値として、例えばシフト前後における各画像データの画素値の最小値、平均値、最大値を考えた場合、光量差補正手段が上記のような処理を行うことにより、シフト前後における各画像データの画素値の最小値、平均値、最大値が互いに一致することになる。

【0012】これにより、シフト前後における撮像光の光量が共に等しくなり、その結果、従来のように、イメ

ージシフトで撮影される2枚の画像の光量差に起因するノイズが合成画像に現れるようなくなる。したがって、上記構成によれば、イメージシフト前後の撮像光の光量差を補正することができ、上記の光量差に起因する合成画像の画質劣化を防止することができる。

【0013】請求項2の発明に係る撮像装置は、上記の課題を解決するために、請求項1の構成に加えて、イメージシフトに要する撮像時間が短くなるように、上記固体撮像素子に入射するシフト後の撮像光を遮断する遮断手段が設けられていることを特徴としている。

【0014】上記の構成によれば、イメージシフトに要する撮像時間の短縮化のために用いる遮断手段により、イメージシフト前後の光量差をなくすことができる。したがって、上記構成によれば、撮像光の光量差に起因する合成画像の画質劣化を防止することができる。

【0015】請求項3の発明に係る撮像装置は、上記の課題を解決するために、請求項1または2の構成において、上記光量差補正手段は、上記記憶手段に記憶されたシフト前後の画像データを複数のブロックに分割し、それぞれのブロックにおいてシフト後の画像データの所定の画素値を、シフト前の画像データの所定の画素値に変換し、上記の両画素値を一致させることによってシフト前後の撮像光の光量差を補正するようになっていることを特徴としている。

【0016】上記の構成によれば、シフト前後の画像データを複数のブロックに分割し、それぞれのブロックにおいて光量差の補正を行うので、全体としての光量差の補正を精度良く行うことができる。その結果、シフト前後の撮像光の光量差に起因する合成画像の画質劣化を確実に防止することができる。

【0017】請求項4の発明に係る撮像装置は、上記の課題を解決するために、請求項1または2の構成において、上記光量差補正手段は、所定領域に属するシフト前後の画像データの移動平均の差を被補正画素に加算して被補正画素の画像データを補正するようになっていることを特徴としている。

【0018】上記の構成によれば、上記光量差補正手段により、所定領域に属するシフト前後の画像データの移動平均の差が被補正画素の画像データに加算され、被補正画素の画像データが補正される。これにより、シフト前後における所定の画像データ同士が互いに一致し、イメージシフト手段によるシフト前後の撮像光の光量差が補正される。したがって、上記構成によれば、シフト前後の撮像光の光量差に起因する合成画像の画質劣化を防止することができる。

【0019】請求項5の発明に係る撮像装置は、上記の課題を解決するために、撮像レンズを介して入射する被写体からの撮像光を、複数の画素を有する固体撮像素子にて撮像する撮像装置であって、上記撮像光を上記固体撮像素子に対して2次元的に所定量だけ相対シフトさせ

るイメージシフト手段と、上記イメージシフト手段によるシフト前後で上記撮像光の入射光量をそれぞれ検出し、シフト前後の光量の比率に基づいてシフト後の画像データを補正する補正手段とが設けられていることを特徴としている。

【0020】上記の構成によれば、撮像レンズを介して入射する被写体からの撮像光は、イメージシフト手段により、固体撮像素子に対して2次元的に所定量だけ相対シフトされ、固体撮像素子上に結像する。上記の固体撮像素子は、例えばメモリ領域を有するフレームインターライン転送型の固体撮像素子等で構成される。

【0021】このとき、撮像光のシフト後、固体撮像素子から出力される画像データは、補正手段により検出されたシフト前後の光量の比率に応じて補正される。つまり、例えば(シフト前の光量)/(シフト後の光量)をシフト後の画像データに乗じることによってシフト後の画像データが補正される。これにより、シフト前後における画像の明るさが同程度になるため、シフト前後での撮像光の光量差はなくなる。したがって、上記構成によれば、シフト前後での撮像光の光量差に起因する合成画像の画質劣化を防止することができる。

【0022】請求項6の発明に係る撮像装置は、上記の課題を解決するために、請求項5の構成に加えて、イメージシフトに要する撮像時間が短くなるように、上記固体撮像素子に入射するシフト後の撮像光を遮断する遮断手段が設けられていることを特徴としている。

【0023】上記の構成によれば、イメージシフトに要する撮像時間の短縮化のために用いる遮断手段により、イメージシフト前後の光量差をなくすことができる。したがって、上記構成によれば、撮像光の光量差に起因する合成画像の画質劣化を防止することができる。

【0024】請求項7の発明に係る撮像装置は、上記の課題を解決するために、請求項6の構成において、上記遮断手段は、上記固体撮像素子に入射する撮像光を透過させる第1開口部と、上記撮像レンズに入射する撮像光の一部を透過させる第2開口部とを有し、上記補正手段が、上記イメージシフト手段による撮像光のシフト前後で、上記第2開口部を透過する光の光量をそれぞれ検出し、シフト前後の光量の比率に基づいてシフト後の画像データを補正するようになっていることを特徴としている。

【0025】上記の構成によれば、上記補正手段は、遮断手段の第2開口部を透過する光、すなわち、上記撮像レンズに入射する撮像光の一部の光量をシフト前後でそれぞれ検出する。このとき、シフト後の画像データは、補正手段により検出されたシフト前後の光量の比率に応じて補正されるので、シフト前後での撮像光の光量差はなくなる。したがって、上記構成によれば、シフト前後での撮像光の光量差に起因する合成画像の画質劣化を防止することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】

【実施の形態1】本発明の実施の一形態について図1ないし図7に基づいて説明すれば、以下のとおりである。

【0027】図1は、本実施形態における撮像装置の概略の構成を示している。本実施形態における撮像装置は、同図に示すように、撮像レンズ1、イメージシフト手段2、色分解光学系3、固体撮像素子4a、4b、4c、A/D変換器(Analog-to-Digital converter)5、画像用メモリ6、光量補正部7、および制御手段8を備えている。

【0028】撮像レンズ1は、図示しない被写体からの撮像光を集光し、上記撮像光を固体撮像素子4a、4b、4cの受光面に結像させるための光学系である。

【0029】イメージシフト手段2は、固体撮像素子4a、4b、4c上に結像する被写体画像を、固体撮像素子4a、4b、4cに対して2次元的に所定量だけ相対シフトさせるものである。

【0030】本実施形態では、イメージシフト手段2は、透明平行平板と、該透明平行平板の傾き角を検出するセンサと、該センサからの検出をもとにフィードバック処理によって上記透明平行平板の傾き角を変化させる圧電アクチュエータ(共に図示せず)とから構成されている。そして、圧電アクチュエータが透明平行平板の傾き角を変化させることにより、上記透明平行平板を透過する撮像光が固体撮像素子4a、4b、4cに対してシフトするようになっている。

【0031】なお、この種のイメージシフト手段2としては、例えば本願と同一出願人により提案されている特願平8-8628号に記載されたものであってもよい。

【0032】色分解光学系3は、イメージシフト手段2を介して入射した撮像光を、色の3原色であるR(Red)、G(Green)、B(Blue)の各色に分解し、分解された光をそれぞれの色に対応した固体撮像素子4a、4b、4cに入射させるための光学系である。

【0033】固体撮像素子4a、4b、4cは、受光した光の量(光強度)に対応した電気信号を出力するものである。固体撮像素子4a、4b、4cはそれぞれ、例えば上記のR、G、Bの光に対応しており、受光量に応じて赤色、緑色、青色の各アナログ画像信号をそれぞれ発生するようになっている。なお、本実施形態における固体撮像素子4a、4b、4cはそれぞれ、例えば水平720画素×垂直480画素の合計約35万画素の画素数と、480段のメモリ領域と、各画素からの電荷を上記メモリ領域に転送するための垂直CCDシフトレジスタと、上記メモリ領域に蓄積された電荷を転送しCCD出力として出力するための水平CCDシフトレジスタと、オーバーフロードレインとを有するF.I.T(Frame InterlineTransportation)型の全画素読み出しCCD(Charge Coupled Device)である。

【 0034 】 なお、この F I T 型の固体撮像素子 4 a 、 4 b 、 4 c は、後述の I T (Interline Transportation) 型の固体撮像素子とは違ってメモリ領域を備えているので、受光部からメモリ領域へ高速で電荷を転送することができるようになっている。

【 0035 】 A / D 変換器 5 は、固体撮像素子 4 a 、 4 b 、 4 c から出力された各アナログ画像信号をデジタル化する、つまり、上記各アナログ画像信号をデジタル画像信号に変換するものである。

【 0036 】 画像用メモリ 6 (記憶手段) は、 A / D 変換器 5 で変換されたデジタル画像信号を記憶するメモリである。つまり、上記イメージシフト手段 2 による上記撮像光のシフト前後で、上記固体撮像素子 4 a 、 4 b 、 4 c から出力される電気信号に基づいた画像データを記憶するようになっている。

【 0037 】 光量補正部 7 (光量差補正手段) は、イメージシフトで得られる 2 つの画像の光量差を補正する機能を有している。なお、光量差の補正方法の詳細については後述する。また、制御手段 8 は、イメージシフトによって被写体画像を撮像する際の、固体撮像素子 4 a 、 4 b 、 4 c の動作を制御するものである。

【 0038 】 次に、本実施形態における撮像装置の動作について、図 1 に基づいて以下に説明する。

【 0039 】 まず、図示しない被写体から発せられた撮像光は撮像レンズ 1 を介してイメージシフト手段 2 に入射する。ここで、イメージシフトにおける 1 フレーム目の露光の場合、上記撮像光はイメージシフト手段 2 によってシフトされずにイメージシフト手段 2 をそのまま透過する。一方、イメージシフトにおける 2 フレーム目の露光の場合、上記の撮像光はイメージシフト手段 2 により、固体撮像素子 4 a 、 4 b 、 4 c の水平方向、垂直方向にそれぞれ、例えば $P_x / 2$ 、 $P_y / 2$ だけシフトされる。なお、イメージシフト手段 2 の詳細な動作については後述する。

【 0040 】 イメージシフト手段 2 から出射した撮像光は、色分解光学系 3 により R 、 G 、 B の 3 原色に分解される。分解された撮像光は、固体撮像素子 4 a 、 4 b 、 4 c によって受光量 (光強度) に応じた赤色、緑色、青色の各アナログ電気信号に変換される。その後、上記の各アナログ電気信号は、図示しない変換部により相関二重サンプリング、ガンマ補正等の処理が施され、アナログ画像信号として A / D 変換器 5 にそれぞれ入力される。 A / D 変換器 5 は、入力された赤色、緑色、青色の各アナログ画像信号を、それぞれ赤色、緑色、青色の各デジタル画像データに変換する。変換された画像データは、画像用メモリ 6 に記憶される。そして、光量補正部 7 は、画像用メモリ 6 に記憶された 2 つの画像データに基づき光量差の補正を行う。なお、この光量差の補正方法の詳細については後述する。

【 0041 】 ここで、イメージシフト手段 2 の詳細な動

作について、図 2 に基づいて説明する。なお、以下の記述において、フレーム 1 とは、イメージシフトによる 2 画面の撮像を行う場合のイメージシフト前の状態を示すものとし、フレーム 2 とは、イメージシフト後の状態を示すものとする。また、実際には、イメージシフト手段 2 によって被写体像が平行移動しているのであるが、ここでは、フレーム 1 、フレーム 2 における固体撮像素子 4 a 、 4 b 、 4 c の等価的な撮像位置を示し、その動作を説明する。

【 0042 】 図 2 は、フレーム 1 とフレーム 2 における固体撮像素子 4 a 、 4 b 、 4 c の撮像セルの位置を示している。詳しくは、同図中○印がフレーム 1 における固体撮像素子 4 a 、 4 b 、 4 c の撮像セルの位置を示しており、同図中△印がフレーム 2 における固体撮像素子 4 a 、 4 b 、 4 c の撮像セルの位置を示している。同図より、フレーム 2 での撮像位置は、フレーム 1 での撮像位置を水平方向に $1 / 2 P_x$ かつ垂直方向に $1 / 2 P_y$ だけ、つまり、矢印 A 方向に、その長さ分だけ平行移動したものとなる。

【 0043 】 また、同図中、斜線の入った正方形で示される画素は、隣接する画素における補間により得ることができる。このときの補間方法としては、線形補間、 2 次以上のラグランジュ補間、キュービックコンボリューション補間等が公知であるので、それらの方法を用いればよい。

【 0044 】 以上のようにして、固体撮像素子 4 a 、 4 b 、 4 c の撮像セル間の点を撮像することにより、水平方向と垂直方向のサンプリングレートを擬似的に上げることができ、これによって静止画像の高解像度化を図ることができる。

【 0045 】 なお、イメージシフト手段 2 により、水平方向に $(P_x / 2) \times m$ かつ垂直方向に $(P_y / 2) \times n$ (ただし、 m 、 n は奇数) だけ光像を移動させ、補間の際に 2 つの画像を空間的に位置合わせて静止画像を合成しても、上記と同等の効果を得ることができる。

【 0046 】 ここで、固体撮像素子 4 a 、 4 b 、 4 c における各種動作のタイミングについて、図 3 に基づいて説明する。なお、本実施形態では、固体撮像素子 4 a 、 4 b 、 4 c の電子シャッタにより、露光時間が制御されている。また、同図では、固体撮像素子 4 a 、 4 b 、 4 c を CCD と略称している。

【 0047 】 まず、固体撮像素子 4 a 、 4 b 、 4 c の電子シャッタが開かれると、フレーム 1 の露光が開始される。すなわち、オーバーフロードレイン (同図では、 O F D と略称している) が閉じられ、固体撮像素子 4 a 、 4 b 、 4 c での電荷の蓄積が始まる (A 点) 。

【 0048 】 次に、固体撮像素子 4 a 、 4 b 、 4 c における電荷読み出しパルスにより、受光素子から垂直 C C D シフトレジスタへ電荷が転送され、フレーム 1 での露光が終了する。その後、上記垂直 C C D シフトレジスタ

から固体撮像素子 4 a、4 b、4 c 上のメモリ領域へ電荷が高速転送される。そして、固体撮像素子 4 a、4 b、4 c 上に電荷が蓄積されないように、オーバーフロードレインが開かれる。

【0049】そして、イメージシフト手段 2 により、固体撮像素子 4 a、4 b、4 c 上に結像する撮像光の空間的な位置のシフト、いわゆるイメージシフトが開始される。このとき、上記のメモリ領域に格納された電荷が、水平 CCD シフトレジスタへ順次転送され、その後、水平 CCD シフトレジスタから CCD 出力として出力される (B 点)。

【0050】次に、イメージシフト手段 2 による撮像光のイメージシフトが終了すると、固体撮像素子 4 a、4 b、4 c の電子シャッタが開かれ、フレーム 2 の露光が開始される。すなわち、オーバーフロードレインが閉じられ、固体撮像素子 4 a、4 b、4 c での電荷の蓄積が始まる (C 点)。

【0051】そして、固体撮像素子 4 a、4 b、4 c における電荷読み出しパルスにより、受光素子から垂直 CCD シフトレジスタへ電荷が転送され、フレーム 2 の露光が終了する (D 点)。

【0052】続いて、フレーム 1 の CCD 出力が終了すると、上記垂直 CCD シフトレジスタに残されているフレーム 2 の電荷が、固体撮像素子 4 a、4 b、4 c 上のメモリ領域に転送される。そして、上記のメモリ領域に格納された電荷が、水平 CCD シフトレジスタへ順次転送され、その後、水平 CCD シフトレジスタから CCD 出力として出力される (E 点)。

【0053】そして、フレーム 2 の CCD 出力が終了し、フレーム 2 の画像を全て読み出した時点で、イメージシフト前後の静止画合成に供される 2 画面の撮像が終了する (F 点)。このようにして、イメージシフト前後の撮像光の画像用メモリ 6 への取り込みが行われる。

【0054】なお、本実施形態では、イメージシフト手段 2 は、透明平行平板と、センサと、圧電アクチュエータとにより構成されているが、例えば手振れ補正用の可変頂角プリズムで構成されていてもよい。この種の可変頂角プリズムについては、例えばテレビジョン学会技術報告 (ITEJ Technical Report Vol.17, No.5, pp.15~20, CE'93-3 (Jan. 1993)) で示されている。ここで、上記文献で報告されている可変頂角プリズムについて、図 4 (a) および図 4 (b) に基づいて説明する。

【0055】図 4 (a) は、可変頂角プリズムの斜視図であり、図 4 (b) は、可変頂角プリズムの側面図である。この可変頂角プリズムは、2 枚のガラス板 1 1、1 2 と、上記ガラス板 1 1、1 2 をつなぐ特殊フィルムでできた蛇腹部分 1 3 とで構成されている。蛇腹部分 1 3 の内部には高屈折率の液体 1 4 が充填されている。

【0056】ガラス板 1 1、1 2 には、互いに直交するように回転軸 1 1 a、1 2 a が取り付けられており、例

えば回転軸 1 1 a の回転によって前面のガラス板 1 1 が水平方向に、また、回転軸 1 2 a の回転によって後面のガラス板 1 2 が垂直方向に回転するようになっている。なお、図示はしないが、上記の回転軸 1 1 a、1 2 a には、駆動用コイル、制動用コイル、回転角検出センサが取り付けられている。

【0057】次に、この可変頂角プリズムを用いてイメージシフトを行う原理について、図 5 (a) および図 5 (b) に基づいて説明する。

【0058】同図 (a) は、ガラス板 1 1、1 2 が共に回転していない状態を示す平面図であり、同図 (b) は、ガラス板 1 1 が θ_1 だけ回転したときの状態を示す平面図である。同図 (a) に示す状態では、2 枚のガラス板 1 1、1 2 は平行状態を保っているのでこの場合、可変頂角プリズムに入射した光線は直進する。

【0059】一方、同図 (b) に示すように、ガラス板 1 1 が θ_1 だけ傾斜した場合、ガラス板 1 1 からの出射角を θ_2 、ガラス板 1 2 への入射角を $\theta_1 - \theta_2$ 、ガラス板 1 2 からの出射角を θ_3 、液体 1 4 の屈折率を n とすると、以下の関係が成立する。

$$\sin \theta_1 = n \sin \theta_2$$

$$n \sin (\theta_1 - \theta_2) = \sin \theta_3$$

ここで、 θ を微小角度 $\delta \theta$ と考えると、

$$\sin \delta \theta \approx \delta \theta$$

であるので、さらに次のような近似式が成立する。

$$\delta \theta_1 = n \delta \theta_2$$

$$n \delta (\theta_1 - \theta_2) = \delta \theta_3$$

したがって、

$$\delta \theta_3 / \delta \theta_1 = n - 1$$

となる。ここで、液体 1 4 の屈折率 n を例えば 1.5 とすると、ガラス板 1 1 の傾斜角の約半分が光軸の傾斜角となる。このようにして、2 枚のガラス板 1 1、1 2 を傾斜させることにより、撮像光を 2 次元方向に移動させる、いわゆるイメージシフトを行うことができる。

【0062】次に、先述した光量補正部 7 において、イメージシフト前後の撮像光の光量差の補正方法について、図 6 (a) ないし図 6 (c) に基づいて説明する。

【0063】図 6 (a) は、フレーム 1 の画像のヒストグラムを示し、図 6 (b) は、フレーム 2 の画像のヒストグラムを示している。光量補正部 7 は、画像用メモリ 6 に記憶された 2 つの画像に対応する画像データ中の画素の値 (例えば 8 ビットで記録されている場合は 0~255 の値を取る) のうち、最小値、平均値、最大値をそれぞれ次の方法で合わせることにより、2 画面間での光量差の補正を行う。なお、上記の画素の値は、当然、固体撮像素子 4 a、4 b、4 c の画素における電荷蓄積量に比例した値になる。

【0064】ここで、フレーム 1 の画像に対応した画像データ中の画素の最小値、平均値、最大値をそれぞれ α 、 β 、 γ とする。一方、フレーム 2 の画像に対応した

画像データ中の画素の最小値、平均値、最大値をそれぞれ δ 、 ε 、 γ とする。

【0065】まず、図6(c)に示すように、横軸に光量補正前のフレーム2の画素の値を、また、縦軸に光量補正後のフレーム2の画素の値を取り、点 δ (δ , α)、点 θ (ε , β)、点 γ (γ , γ)を取る。そして、上記の点 δ 、 θ 、 γ を直線で結んで射影を行い、フレーム2の画素値 δ 、 ε 、 γ を、それぞれフレーム1の画素値 α 、 β 、 γ に変換する。

【0066】具体的には、イメージシフトによって得られ、画像用メモリ6に記憶された2つの画像に対応した画像データのうち、まずフレーム1の画像に対応した画像データを画像用メモリ6より読み出し、画像データ中の画素の最小値 α 、平均値 β 、最大値 γ をそれぞれ求める。その後、フレーム2の画像に対応した画像データを画像用メモリ6より読み出し、画像データ中の画素の最小値 δ 、平均値 ε 、最大値 γ をそれぞれ求める。

【0067】次に、上述したような処理を行うためのルックアップテーブル(LUT)を作成する。そして、読み出したフレーム2の画素値をルックアップテーブルによりフレーム1の画素値に変換し、画像用メモリ6に記憶されているフレーム2の画素値をルックアップテーブルによる変換後の画素値に更新する。

【0068】静止画合成を行う際には、画像用メモリ6上の光量補正後のフレーム2の画像データを用いて、図示しない補間回路により補間して静止画合成を行えばよい。

【0069】上記の構成によれば、画像用メモリ6に記憶されたシフト後の画像データの所定の画素値(最小値、平均値、最大値)が、光量補正部7によってシフト前の画像データの所定の画素値にそれぞれ変換されるので、シフト前後の画像データにおいて所定の画素値同士が一致する。

【0070】これにより、シフト前後における撮像光の光量が共に等しくなり、その結果、従来のように、イメージシフトで撮影される2枚の画像の光量差に起因するノイズが合成画像に現れるようになることがなくなる。したがって、上記構成によれば、イメージシフト前後の撮像光の光量差を補正することができ、上記の光量差に起因する合成画像の画質劣化を防止することができる。

$$B7 = B7 + \frac{1}{12} (A1 + A2 + \dots + A12) - \frac{1}{13} (B1 + B2 + \dots + B13)$$

【0077】上記の構成によれば、光量補正部7により、所定領域(この場合、破線で菱形に囲まれたピクセル)に属するシフト前後の画像データの移動平均の差が被補正画素B7の画像データに加算され、被補正画素B7の画像データが補正される。これにより、シフト前後における所定の画像データが互いに一致し、イメージシフト手段2によるシフト前後の撮像光の光量差が補正さ

【0071】また、上記構成によれば、イメージシフト手段2はフィードバック処理を行なながらイメージシフトを行うので、精度良くイメージシフトを行うことができる。これにより、実際のシフト量と目標とするシフト量との誤差に起因する合成画像の画質劣化をも防止することができる。

【0072】なお、本実施形態では、イメージシフトで得られる2つの画像の光量差を補正する際に、1画面単位での画素の最小値、平均値、最大値を求めるこにより補正を行っているが、これに限ることはない。例えば1画面を複数のブロックに分割してブロック単位で補正を行ってもよい。

【0073】例えば、本実施形態の場合、固体撮像素子4a、4b、4cの画素数が、水平720画素×垂直480画素であるので、1ブロックを例えば水平20画素×垂直20画素で構成すれば、全体としては水平36ブロック×垂直24ブロックの計864ブロックとなる。この各ブロックごとにフレーム2の画素の最小値、平均値、最大値をフレーム1の画素の最小値、平均値、最大値に合わせるようにする。

【0074】この場合、それぞれのブロックにおいて光量差の補正を行うので、全体としての光量差の補正を精度良く行うことができる。その結果、シフト前後での撮像光の光量差による合成画像の画質劣化を確実に防止することができる。また、補正後は各ブロックごとに画像データを画像用メモリ6に記憶させればよいので、画像用メモリ6の容量の小型化ができる。なお、各ブロックの境界での誤差が大きくなる場合には、その境界において平滑化を行えばよい。

【0075】また、上記以外の光量補正の方法としては、例えば移動平均を求めるこにより光量補正を行う方法もある。例えば、図7中の撮像セルB7の補正後の値を求める場合、同図中破線で菱形に囲まれたピクセルの撮像セル、すなわち、フレーム1における撮像セルA1～A12の12点と、フレーム2における撮像セルB1～B13の13点とを用いれば、次式により撮像セルB7における補正後の値が求められる。

【0076】

【数1】

れる。したがって、上記構成によれば、シフト前後での撮像光の光量差に起因する合成画像の画質劣化を防止することができる。

【0078】なお、本実施形態では、固体撮像素子4a、4b、4cの画素数は水平720画素×垂直480画素となっているが、例えば水平640画素×垂直480画素等の他の画素数であっても、本実施形態と同様の

効果が得られるものである。

【0079】また、本実施形態では、固体撮像素子4a、4b、4cに対して斜め方向のイメージシフトを行っているが、例えば水平方向のイメージシフトのみ、あるいは垂直方向のイメージシフトのみを行うようにしても、上述のような光量補正を行うことができ、これによって良好な静止画像を得ることができる。

【0080】なお、本実施形態では、イメージシフト手段2によりイメージシフトをおこなっているが、例えば光学系を構成する中の一つあるいは複数のレンズを、移動量をモニタしながら圧電素子等によって動かし、イメージシフトを行うようにしてもよい。また、固体撮像素子4a、4b、4c自体を、移動量をモニタしながら圧電素子等によって動かし、イメージシフトを行うようにしてもよい。また、固体撮像素子4a、4b、4cと色分解光学系3とを一体化してユニットを構成し、このユニットを移動量をモニタしながら圧電素子等によって動かし、イメージシフトを行うようにしてもよい。

【0081】また、本実施形態では、F I T型の固体撮像素子4a、4b、4cを用いているが、メカニカルシャッタを用いれば、F I T型の固体撮像素子4a、4b、4cの代わりにI T型の固体撮像素子を用いることもできる。

【0082】このメカニカルシャッタは、イメージシフトに要する撮像時間（イメージシフト前のフレームでの上記固体撮像素子に対する露光時間+イメージシフト遷移時間+イメージシフト前のフレームでの上記固体撮像素子に対する露光時間）が短くなるように、上記固体撮像素子に入射するシフト後の撮像光を遮断するものである。このメカニカルシャッタによって、イメージシフト後のフレームの露光を途中で遮断することにより、I T型の固体撮像素子を使用した場合でも、上記撮像時間、すなわち、等価シャッタ速度を短くすることができる。これにより、イメージシフト前後の光量差をなくすことができ、I T型の固体撮像素子を用いた場合でも、撮像光の光量差に起因する合成画像の画質劣化を防止することができる。

【0083】なお、本実施形態では、イメージシフトで得られる2つの画像において、フレーム1の画像の光量に対してフレーム2の画像の光量を合わせている。しかし、本実施形態のようにF I T型の固体撮像素子4a、4b、4cを用いる構成では、フレーム2の画像の光量に対してフレーム1の画像の光量を合わせるようにも、本実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0084】また、メカニカルシャッタの閉塞時間は完全に零ではなく、フレーム2の画像端部の光量は、画像中央部の光量よりも少なくなる。したがって、I T型の固体撮像素子とメカニカルシャッタとを用いる構成では、本実施形態のように、フレーム1の画像の光量に対してフレーム2の画像の光量を合わせるようにしたほう

がよい。

【0085】【実施の形態2】本発明の実施の他の一形態について、図8ないし図12に基づいて説明すれば以下の通りである。なお、説明の便宜上、実施の形態1で用いた部材と同一の機能を有する部材には同一の部材番号を付記し、その説明を省略する。また、本実施形態では、メカニカルシャッタ9、光量センサ10以外の構成および動作については実施の形態1と同様であるので、主に、メカニカルシャッタ9、光量センサ10の構成および動作について説明する。

【0086】なお、本実施形態では、実施の形態1で用いたF I T (Frame Interline Transportation)型の固体撮像素子4a、4b、4c (図1参照)の代わりに、図8に示すように、I T (Interline Transportation)型の固体撮像素子4d、4e、4fを用いている。この固体撮像素子4d、4e、4fは、例えば水平720画素×垂直480画素の計約35万画素数と、各画素からの電荷を転送しCCD出力として出力するための垂直CCDシフトレジスタおよび水平CCDシフトレジスタと、オーバーフロードレインとを有するI T型の全画素読み出しCCDである。

【0087】メカニカルシャッタ9 (遮断手段)は、撮像レンズ1を介して入射する被写体画像の光量を調整し、イメージシフト手段2に導くものである。また、光量センサ10 (補正手段)は、撮像装置のイメージサークル (後述する)内に入射する光量を検出し、その結果に基づいて光量補正を行うものである。本実施形態の場合、光量センサ10は例えばフォトダイオードで構成され、色分解光学系3の前に光学的に配置されている。

【0088】ここで、メカニカルシャッタ9の詳細な構成について、図9 (a) および図9 (b) に基づいて説明する。図9 (a) は、メカニカルシャッタ9の斜視図であり、図9 (b) は、メカニカルシャッタ9の主要部の正面図である。

【0089】このメカニカルシャッタ9は、同図 (a) および同図 (b) に示すように、シャッタ羽根21、センシング用プレート22、センサ用光源23、光学センサ24、バネ25、およびモータ26で構成されている。

【0090】シャッタ羽根21は、固体撮像素子4d、4e、4fに入射する撮像光の一部を遮光するためのシャッタ羽根である。このシャッタ羽根21の開閉動作により、メカニカルシャッタ9の開口部分の面積が調整されることになる。

【0091】センシング用プレート22は、メカニカルシャッタ9の開口量を検出する際に使用されるものである。このセンシング用プレート22は、シャッタ駆動用のピン (図示せず) に連結されており、シャッタ羽根21と同時に動くようになっている。また、センシング用プレート22は、プレートの先端になるほど幅が狭く、

プレートの根元（シャッタ駆動用のピン側）になるほど幅が広くなる穴部22aを有している。そして、シャッタ羽根21の開閉動作に連動してセンシング用プレート22の位置が変位することにより、穴部22aを透過して光学センサ24へ入射するセンサ用光源23からの光の光量が変化する構成となっている。

【0092】センサ用光源23は、シャッタ羽根21の開口状況を検出する光学センサ24に対する光源である。光学センサ24は、センシング用プレート22の穴部22aを透過するセンサ用光源23からの光の光量に応じて出力を生じるセンサである。この出力により、メカニカルシャッタ9の開口量がモニタされることになる。本実施形態では、光学センサ24はフォトダイオードで構成されている。

【0093】バネ25は、シャッタ羽根21の閉塞動作を行う際の動力となるものである。また、モータ26は、シャッタ羽根21の開放時および閉塞時の速度制御を行うための動力源であり、メカニカルシャッタ9の駆動を担うアクチュエータとして機能するものである。つまり、シャッタ羽根21の開放時には、モータ26によってバネ25の力に逆らってシャッタ羽根21が開放するようになっている。一方、シャッタ羽根21の閉塞時には、モータ26とバネ25との合力により、シャッタ羽根21が閉塞するようになっている。

【0094】次に、上記のメカニカルシャッタ9を使用してイメージシフトを行う際の、固体撮像素子4d、4e、4fにおける各種動作のタイミングについて、図10に基づいて説明する。なお、本実施形態では、イメージシフト前（以下、フレーム1と称する）の露光時間は固体撮像素子4d、4e、4fの電子シャッタにより制御され、イメージシフト後（以下、フレーム2と称する）の露光時間は、固体撮像素子4d、4e、4fのオーバーフロードレインが閉じられ、メカニカルシャッタ9により制御される。このメカニカルシャッタ9は通常時はオープンの状態になっている。また、同図では、固体撮像素子4d、4e、4fをCCDと略称している。

【0095】まず、固体撮像素子4d、4e、4fの電子シャッタが開かれると、フレーム1の露光が開始される。すなわち、オーバーフロードレイン（同図では、OFDと略称している）が閉じられ、固体撮像素子4d、4e、4fでの電荷の蓄積が始まる（A点）。

【0096】次に、固体撮像素子4d、4e、4fにおける電荷読み出しパルスにより、受光素子から垂直CCDシフトレジスタへ電荷が転送され、フレーム1での露光が終了する。そして、固体撮像素子4d、4e、4f上に電荷が蓄積されないように、オーバーフロードレインが開かれる。そして、イメージシフト手段2により、固体撮像素子4d、4e、4f上に結像する撮像光の空間的な位置のシフト、いわゆるイメージシフトが開始される。このとき、上記の垂直CCDシフトレジスタから

水平CCDシフトレジスタへ電荷が順次転送され、その後、水平CCDシフトレジスタからCCD出力として出力される（B点）。

【0097】次に、イメージシフト手段2による撮像光のイメージシフトが終了すると、フレーム2の露光が開始される。すなわち、オーバーフロードレインが閉じられ、固体撮像素子4d、4e、4fでの電荷の蓄積が始まる。ここで、メカニカルシャッタ9が閉塞されることになるが、そのタイミング等の詳細については後述する（C点）。

【0098】そして、メカニカルシャッタ9の閉塞動作が終了すると、固体撮像素子4d、4e、4fに入射する撮像光が遮光され、フレーム2での露光が終了する（D点）。

【0099】続いて、フレーム1のCCD出力が終了すると、固体撮像素子4d、4e、4fにおける電荷読み出しパルスにより、受光素子から垂直CCDシフトレジスタへ電荷が転送される。そして、上記垂直CCDシフトレジスタに残されているフレーム2の電荷が、水平CCDシフトレジスタへ順次転送され、その後、水平CCDシフトレジスタからCCD出力として出力される。メカニカルシャッタ9の開放動作は、この時点以後で行われる（E点）。

【0100】そして、フレーム2のCCD出力が終了し、フレーム2の画像を全て読み出した時点で、イメージシフト前後の静止画合成に供される2画面の撮像が終了する（F点）。このようにして、イメージシフト前後の撮像光の画像用メモリ6への取り込みが行われる。

【0101】ここで、フレーム1での電子シャッタによる露光時間に対応して、フレーム2での固体撮像素子4d、4e、4fの露光量がフレーム1と等しくなるように、あらかじめメカニカルシャッタ駆動パターンを作成しておき、該駆動パターンに基づいて制御を行えば、イメージシフト前後で得られる2画面間での光量差をなくすことができる。以下、このメカニカルシャッタ9の制御方法について、図11に基づいて説明する。

【0102】本実施形態におけるメカニカルシャッタ9は、上述した各種部材の他に、比較器32と増幅器33とを備えている。比較器32は、メカニカルシャッタ駆動パターン信号である目標値31と、光学センサ24からフィードバックされる出力信号とを比較して、その差の分だけ増幅器33に出力するものである。また、増幅器33は、上記比較器32からの出力信号を所定の増幅率で増幅するものである。増幅された信号は、モータ26の駆動信号となる。

【0103】これにより、図10中のC点では、上記の目標値31として、電子シャッタの露光時間に対応したメカニカルシャッタ駆動パターン信号が outputされる。そして、該駆動パターン信号と光学センサ24からの出力信号とが比較器32によって比較され、その差の分だけ

が増幅器33に出力される。そして、増幅器33に出力された信号は、増幅器33にて所定の増幅率で増幅されてモータ駆動信号となる。このモータ駆動信号に基づいてモータ26が駆動し、メカニカルシャッタ9の閉塞動作が行われることになる。このように、光学センサ24がシャッタの開口量を検出しながら、メカニカルシャッタ9のシャッタ速度が制御され、メカニカルシャッタ9の閉塞動作が行われることになる。したがって、上記構成によれば、メカニカルシャッタ9の駆動速度のばらつきを押さえることができる。

【0104】次に、光量センサ10の詳細について、図12に基づいて説明する。同図において、円形をなすイメージサークル41は、光学系における撮像光のイメージサークルである。また、長方形をなす固体撮像素子イメージ領域42は、固体撮像素子4d、4e、4fの撮像で利用されるイメージ領域である。また、斜線で示されたセンシング領域43は、光量センサ10がセンシングする領域である。

【0105】同図からも明らかなように、固体撮像素子イメージ領域42はイメージサークル41内に収まっており、イメージサークル41内の全ての領域が固体撮像素子4d、4e、4fの撮像で利用されるわけではない。そこで、イメージサークル41内の固体撮像素子イメージ領域42以外の領域を使用して光量センサ10が入射光量のセンシングを行い、その結果により光量補正を行う。

【0106】なお、本実施形態では、光量センサ10を色分解光学系3の前に光学的に配置し、入射光量のセンシングを行う構成としているが、光量センサ10を光学系内のどの位置に配置しても得られる効果は同じである。

【0107】ここで、光量センサ10による光量差の補正方法について以下に説明する。まず、光量センサ10は、フレーム1における固体撮像素子4d、4e、4fでの露光時間（すなわち、固体撮像素子4d、4e、4fの電子シャッタによる露光時間）内に、光量センサ10に入射する光量Q₁を検出する。このときの光量Q₁の検出方法は、電子シャッタによる露光開始時（リセット時）からの入射光量を積分することにより求める。

【0108】次に、光量センサ10は、フレーム2における固体撮像素子4d、4e、4fでの露光時間（すなわち、メカニカルシャッタ9で規定される固体撮像素子4d、4e、4fでの露光時間）内に、光量センサ10に入射する光量Q₂を検出する。このときの光量Q₂の検出方法は、図10中のC点（リセット時）からD点までの入射光量を積分することにより求める。

【0109】そして、フレーム2の画像に対して、得られた光量Q₁、Q₂の比率、すなわち、Q₁ / Q₂を補正係数として乗じることにより、フレーム1とフレーム2における光量差が補正される。なお、補正係数Q₁ / Q₂を乗じるタイミングとしては、固体撮像素子4d、4e、4fから画像信号を読み出すとき、もしくは、上記画像信号を画像用メモリ6に格納するときであればよい。

【0110】上記の構成によれば、撮像光のシフト後、固体撮像素子4d、4e、4fから出力される画像データは、光量センサ10により検出されたシフト前後の光量の比率に応じて補正されるので、シフト前後の撮像光の光量差はなくなる。したがって、上記構成によれば、シフト前後の撮像光の光量差に起因する合成画像の画質劣化を防止することができる。

【0111】なお、本実施形態では、固体撮像素子4d、4e、4fの画素数を、水平720画素×垂直480画素としているが、例えば水平640画素×垂直480画素等の画素数でも上記と同様の効果が得られるものである。

【0112】また、本実施形態では、固体撮像素子4d、4e、4fとしてIT型の固体撮像素子を用いているが、FIT型の固体撮像素子を用いても上記と同様の作用、効果が得られるのは勿論のことである。この場合、当然、メカニカルシャッタ9は不要となる。

【0113】〔実施の形態3〕本発明の実施の他の一形態について、図13および図14に基づいて説明すれば以下の通りである。なお、説明の便宜上、実施の形態1または2で用いた部材と同一の機能を有する部材には同一の部材番号を付記し、その説明を省略する。本実施形態では、実施の形態2で用いたメカニカルシャッタ9の代わりにメカニカルシャッタ9'を配置し、光量センサ10の配置位置を変更している。つまり、本実施形態では、メカニカルシャッタ9'の構成および動作、および光量センサ10の動作以外については実施の形態2と同様である。したがって、以下では、主に、メカニカルシャッタ9'の構成および動作、および、光量センサ10の動作について説明する。

【0114】本実施形態におけるメカニカルシャッタ9'は、図14(a)および図14(b)に示すように、点しを中心に互いに回転自在である遮光用部材51、52からなっている。そして、上記遮光用部材51、52の回転により、開口部53、54が所定量だけ封鎖されるようになっている。また、固体撮像素子4d、4e、4fに入射する撮像光は、上記開口部53を通過するようになっている。以下、上記撮像光の光路を光路Mと称する。

【0115】一方、本実施形態では、撮像レンズ1に入射した撮像光のうち、固体撮像素子4d、4e、4fでの撮像に使用されない光が開口部54を通過するように、光学系を設定している。つまり、撮像レンズ1に入射する撮像光の一部が上記開口部54を通過するようになっている。以下、上記開口部54を通過する光の光路を光路Nと称する。そして、光量センサ10は、光路N

によって導かれる光の光量を検出するようになっていく。

【0116】ここで、開口部53を通過する光量を Q_M 、開口部54を通過する光量を Q_N とすると、光軸に平行な光源からの光が入射した場合には、

【0117】

【数2】

$$\sqrt{Q_N} = k \cdot \sqrt{Q_M}$$

【0118】の関係が成立する。ただし、 $k = (光路Mの半径) / (光路Nの半径)$ とする。

【0119】したがって、

$$Q_N = k^2 \cdot Q_M$$

となり、開口部54を通過する光量 Q_N と、開口部53を通過する光量 Q_M とは比例関係にあることが分かる。したがって、光量 Q_M をモニタすることにより、光量 Q_N を求めることができる。

【0120】そこで、本実施形態では、以下のようにして、得られた光量 Q_M の値をもとに、光量補正を行うようとする。なお、メカニカルシャッタ9'を使用してイメージシフトを行う際の、固体撮像素子4d、4e、4fにおける各種動作のタイミングについては実施の形態2と同様であるので、その説明を省略する。

【0121】まず、光量センサ10は、フレーム1における固体撮像素子4d、4e、4fでの露光時間（すなわち、固体撮像素子4d、4e、4fの電子シャッタによる露光時間）内に、開口部53を通過する光量 Q_{M1} を検出する。このときの光量 Q_{M1} の検出方法は、電子シャッタによる露光開始時（リセット時）からの入射光量を積分することにより求める。

【0122】次に、光量センサ10は、フレーム2における固体撮像素子4d、4e、4fでの露光時間（すなわち、メカニカルシャッタ9'で規定される固体撮像素子4d、4e、4fでの露光時間）内に、開口部54を通過する光量 Q_{M2} を検出する。このときの光量 Q_{M2} の検出方法は、図10中のC点（リセット時）からD点までの入射光量を積分することにより求める。

【0123】そして、フレーム2の画像に対して、得られた光量 Q_{M1} 、 Q_{M2} の比率、すなわち、 Q_{M1} / Q_{M2} を補正係数として乗じることにより、フレーム1とフレーム2における光量差が補正される。なお、補正係数 Q_{M1} / Q_{M2} を乗じるタイミングとしては、固体撮像素子4d、4e、4fから画像信号を読み出すとき、もしくは、上記画像信号を画像用メモリ6に格納するときであればよい。

【0124】上記の構成によれば、シフト後の画像データは、光量センサ10により検出されたシフト前後の光量の比率に応じて補正されるので、シフト前後の撮像光の光量差はなくなる。したがって、上記構成によれば、シフト前後の撮像光の光量差による合成画像の画

質劣化を防止することができる。

【0125】なお、本実施形態で用いたメカニカルシャッタ9'において、一方の開口部に固体撮像素子4d、4e、4fに入射する撮像光を通過させ、かつ、他方の開口部にLED（Light Emitting Diode）等の基準光源からの光を通過させるようにし、メカニカルシャッタ9'の開口量を検出するようにしてもよい。

【0126】

【発明の効果】請求項1の発明に係る撮像装置は、以上のように、撮像レンズを介して入射する被写体からの撮像光を、複数の画素を有する固体撮像素子にて撮像する撮像装置であって、上記撮像光を上記固体撮像素子に対して2次元的に所定量だけ相対シフトさせるイメージシフト手段と、上記イメージシフト手段による上記撮像光のシフト前後で、上記固体撮像素子から出力される電気信号に基づいた画像データを記憶する記憶手段と、上記記憶手段に記憶されたシフト後の画像データの所定の画素値を、シフト前の画像データの所定の画素値に変換し、上記の両画素値を一致させることによってシフト前後の撮像光の光量差を補正する光量差補正手段とが設けられている構成である。

【0127】それゆえ、シフト前後の画像データにおいて所定の画素値同士が一致するので、シフト前後における撮像光の光量が共に等しくなる。その結果、従来のように、イメージシフトで撮影される2枚の画像の光量差に起因するノイズが合成画像に現れるようになることがなくなる。したがって、上記構成によれば、イメージシフト前後の撮像光の光量差を補正することができ、上記の光量差に起因する合成画像の画質劣化を防止することができるという効果を奏する。

【0128】請求項2の発明に係る撮像装置は、以上のように、請求項1の構成に加えて、イメージシフトに要する撮像時間が短くなるように、上記固体撮像素子に入射するシフト後の撮像光を遮断する遮断手段が設けられている構成である。

【0129】それゆえ、イメージシフトに要する撮像時間の短縮化のために用いる遮断手段により、イメージシフト前後の光量差をなくすことができる。したがって、上記構成によれば、撮像光の光量差に起因する合成画像の画質劣化を防止することができるとする効果を奏する。

【0130】請求項3の発明に係る撮像装置は、以上のように、請求項1または2の構成において、上記光量差補正手段は、上記記憶手段に記憶されたシフト前後の画像データを複数のブロックに分割し、それぞれのブロックにおいてシフト後の画像データの所定の画素値を、シフト前の画像データの所定の画素値に変換し、上記の両画素値を一致させることによってシフト前後の撮像光の光量差を補正するようになっている構成である。

【0131】それゆえ、シフト前後の画像データを複数

のブロックに分割し、それぞれのブロックにおいて光量差の補正を行うので、全体としての光量差の補正を精度良く行うことができる。その結果、シフト前後での撮像光の光量差に起因する合成画像の画質劣化を確実に防止することができるという効果を奏する。

【0132】請求項4の発明に係る撮像装置は、以上のように、請求項1または2の構成において、上記光量差補正手段は、所定領域に属するシフト前後の画像データの移動平均の差を被補正画素に加算して被補正画素の画像データを補正するようになっている構成である。

【0133】それゆえ、被補正画素の画像データが補正されることにより、イメージシフト手段によるシフト前後の撮像光の光量差が補正される。したがって、上記構成によれば、シフト前後の撮像光の光量差に起因する合成画像の画質劣化を防止することができるという効果を奏する。

【0134】請求項5の発明に係る撮像装置は、以上のように、撮像レンズを介して入射する被写体からの撮像光を、複数の画素を有する固体撮像素子にて撮像する撮像装置であって、上記撮像光を上記固体撮像素子に対して2次元的に所定量だけ相対シフトさせるイメージシフト手段と、上記イメージシフト手段によるシフト前後で上記撮像光の入射光量をそれぞれ検出し、シフト前後の光量の比率に基づいてシフト後の画像データを補正する補正手段とが設けられている構成である。

【0135】それゆえ、撮像光のシフト後、固体撮像素子から出力される画像データは、補正手段により検出されたシフト前後の光量の比率に応じて補正される。その結果、シフト前後における画像の明るさが同程度になるため、シフト前後の撮像光の光量差はなくなる。したがって、上記構成によれば、シフト前後の撮像光の光量差に起因する合成画像の画質劣化を防止することができるという効果を奏する。

【0136】請求項6の発明に係る撮像装置は、以上のように、請求項5の構成に加えて、イメージシフトに要する撮像時間が短くなるように、上記固体撮像素子に入射するシフト後の撮像光を遮断する遮断手段が設けられている構成である。

【0137】それゆえ、イメージシフトに要する撮像時間の短縮化のために用いる遮断手段により、イメージシフト前後の光量差をなくすことができる。したがって、上記構成によれば、撮像光の光量差に起因する合成画像の画質劣化を防止することができるという効果を奏する。

【0138】請求項7の発明に係る撮像装置は、以上のように、請求項6の構成において、上記遮断手段は、上記固体撮像素子に入射する撮像光を透過させる第1開口部と、上記撮像レンズに入射する撮像光の一部を透過させる第2開口部とを有し、上記補正手段が、上記イメージシフト手段による撮像光のシフト前後で、上記第2開

口部を透過する光の光量をそれぞれ検出し、シフト前後の光量の比率に基づいてシフト後の画像データを補正するようになっている構成である。

【0139】それゆえ、シフト後の画像データは、補正手段により検出されたシフト前後の光量の比率に応じて補正されるので、シフト前後の撮像光の光量差はなくなる。したがって、上記構成によれば、シフト前後の撮像光の光量差に起因する合成画像の画質劣化を防止することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る撮像装置の一構成例を示すブロック図である。

【図2】フレーム1とフレーム2とにおける固体撮像素子の撮像セルの位置を示す説明図である。

【図3】上記固体撮像素子における各種動作のタイミングを示すタイミングチャートである。

【図4】(a)は、可変頂角プリズムの概略の構成を示す斜視図であり、(b)は、上記可変頂角プリズムの側面図である。

【図5】(a)は、上記可変頂角プリズムのガラス板が共に回転していない状態を示す平面図であり、(b)は、一方のガラス板が θ_1 だけ回転したときの状態を示す平面図である。

【図6】(a)は、フレーム1の画像のヒストグラムを示し、(b)は、フレーム2の画像のヒストグラムを示し、(c)は、フレーム2の画素値を射影によって補正する方法を示す説明図である。

【図7】フレーム1とフレーム2とにおける固体撮像素子の所定領域内の撮像セルの位置を示す説明図である。

【図8】本発明に係る撮像装置の他の構成例を示すブロック図である。

【図9】(a)は、メカニカルシャッタの斜視図であり、(b)は、上記メカニカルシャッタの主要部の正面図である。

【図10】上記撮像装置に備えられた固体撮像素子における各種動作のタイミングを示すタイミングチャートである。

【図11】上記メカニカルシャッタの動作制御を示すブロック図である。

【図12】撮像光のイメージサークルと、固体撮像素子の撮像で利用されるイメージ領域と、光量センサのセンシング領域とを示す平面図である。

【図13】本発明に係る撮像装置の更に他の構成例を示すブロック図である。

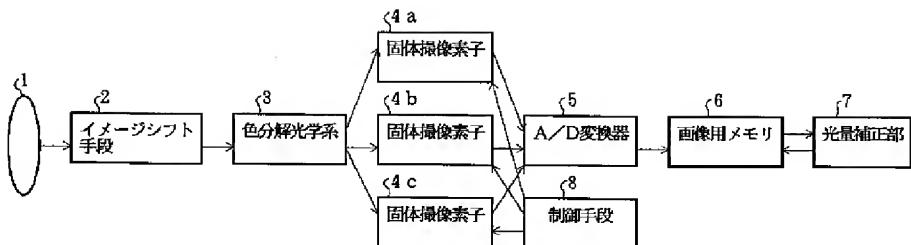
【図14】メカニカルシャッタの他の構成例を示し、(a)は、上記メカニカルシャッタの開口部が封鎖されていない状態を示す平面図であり、(b)は、上記メカニカルシャッタの開口部が封鎖されている状態を示す平面図である。

【符号の説明】

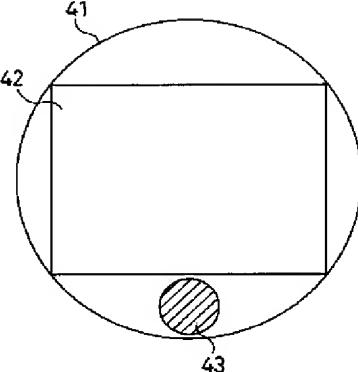
1 撮像レンズ
 2 イメージシフト手段
 4 a 固体撮像素子
 4 b 固体撮像素子
 4 c 固体撮像素子
 4 d 固体撮像素子
 4 e 固体撮像素子

4 f 固体撮像素子
 6 画像用メモリ（記憶手段）
 7 光量補正部（光量差補正手段）
 9 メカニカルシャッタ（遮断手段）
 9' メカニカルシャッタ（遮断手段）
 10 光量センサ（補正手段）

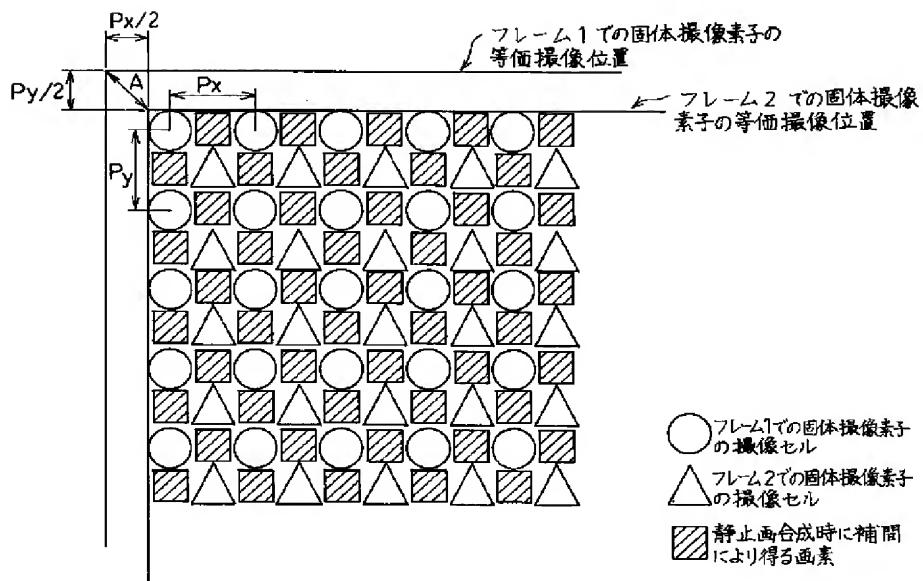
【図1】



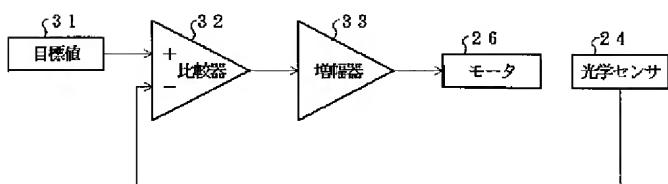
【図12】



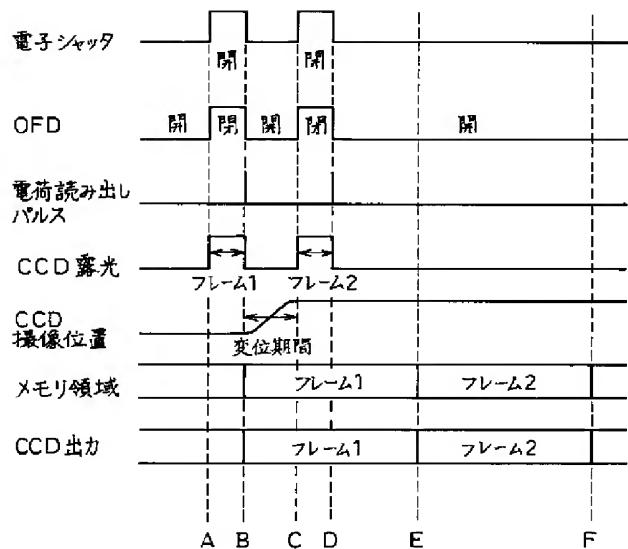
【図2】



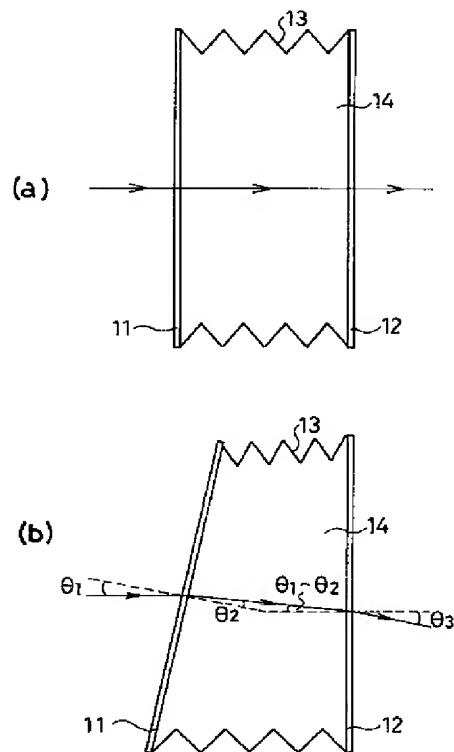
【図11】



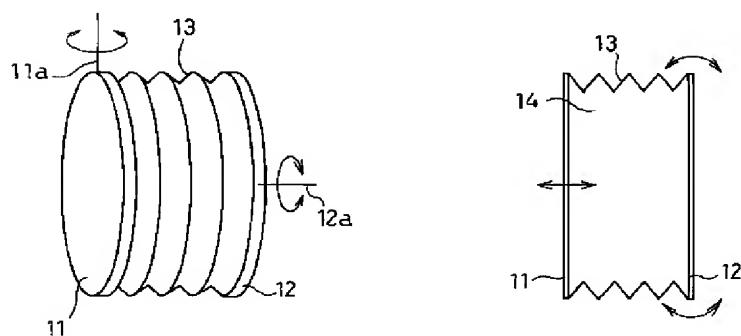
【図3】



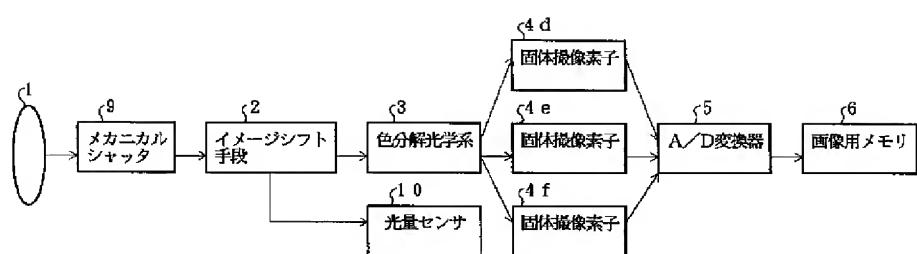
【図5】



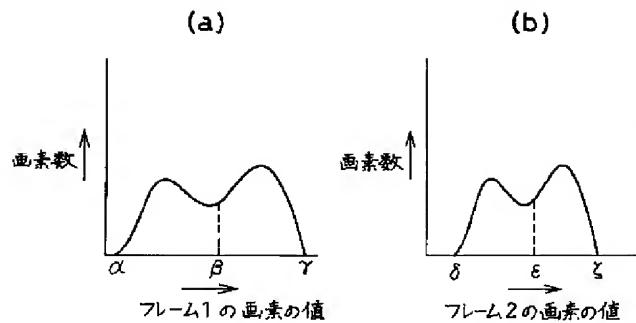
【図4】



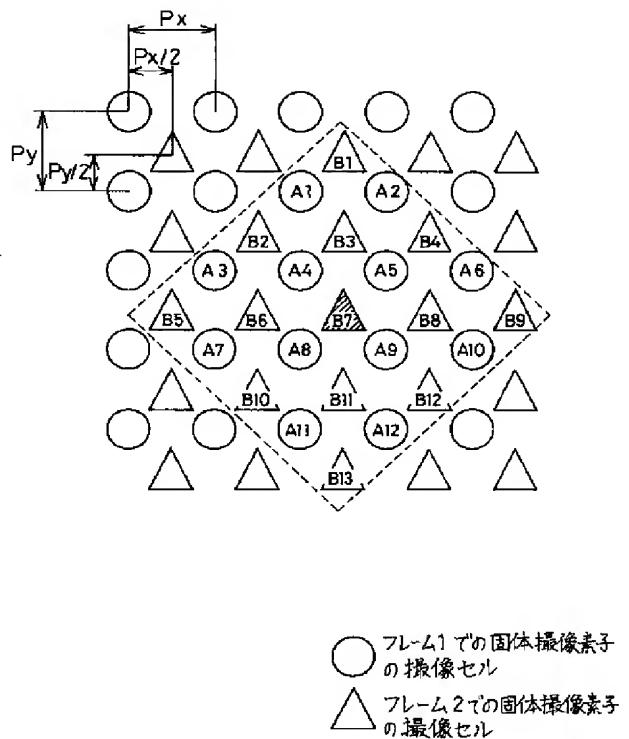
【図8】



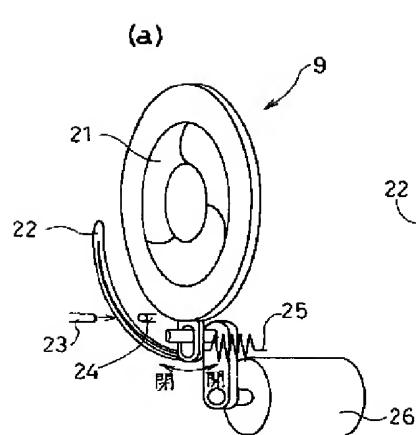
【図6】



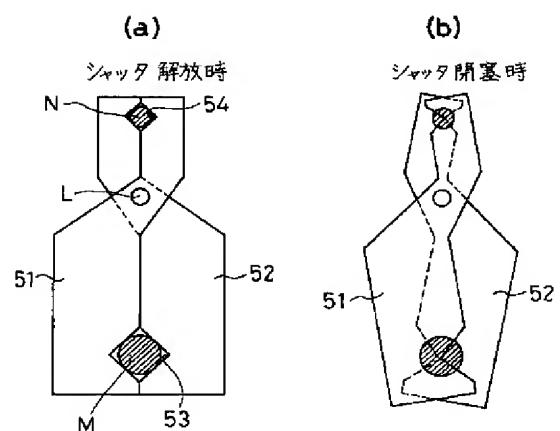
【図7】



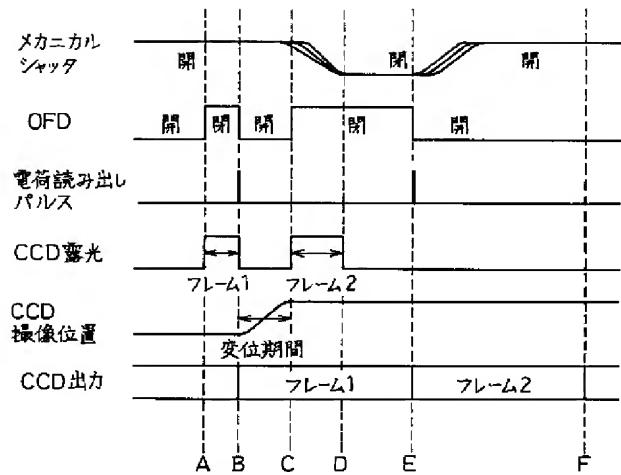
【図9】



【図14】



【図10】



【図13】

